

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/040026 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C21D 9/40

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003603

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Oktober 2003 (29.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 50 459.8 30. Oktober 2002 (30.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): FAG KUGELFISCHER AG [DE/DE];
Georg-Schäfer-Strasse 30, 97421 Schweinfurt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KREISELMEIER,
Gerhard [DE/DE]; Tannigweg 17, 97456 Dittelbrunn
(DE). SEBALD, Wilhelm [DE/DE]; Bamberger Strasse
8, 97631 Bad Königshofen (DE). EBERT, Franz, Josef
[DE/DE]; Gommersberger Strasse 20, 97762 Hammelburg
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, IN, JP, RU, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

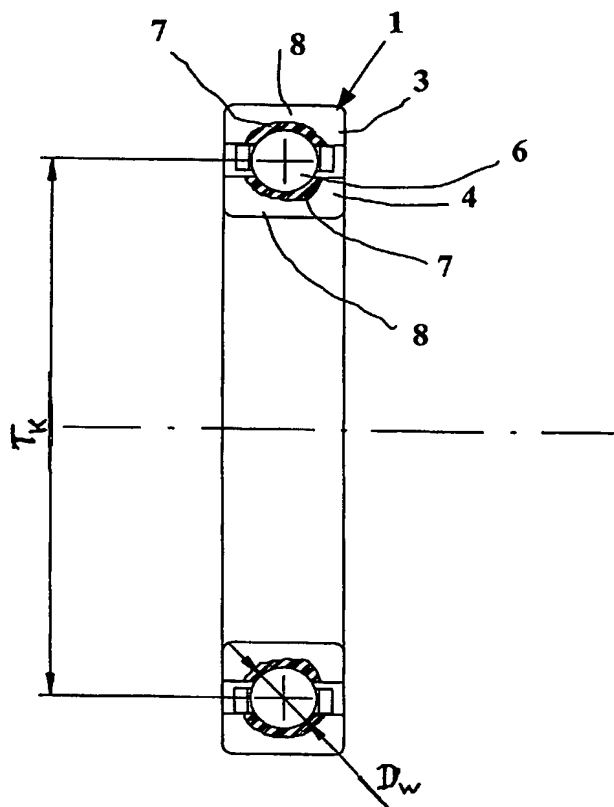
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROLLING BEARING IN AIRCRAFT

(54) Bezeichnung: WÄLZAGER IN LUFTFAHRZEUGEN



(57) Abstract: Disclosed is a single-row or multi-row rolling bearing (1, 2) comprising thin-walled bearing races (3, 4, 5) which are made of a martensitic, fully hardened steel and have the following characteristics: a surface hardness (7, 7a) of = 613 HV (56 HRC) in the area of the bearing face; a core hardness (8) of = 285 HV (28 HRC); a difference (?) of = 150 HV (9HRC) between the surface hardness and the core hardness; the core hardness is reached at a depth ranging between 8 percent of the diameter of the rolling elements and 90 percent of the wall thickness on the bottom of the track; and a ratio of = 20 between the diameter of a partial circle T_k and the diameter of a rolling element D_w .

(57) Zusammenfassung: Ein- oder mehrreihiges Wälzlager (1, 2) mit dünnwandigen Lauf ringen (3, 4, 5), wobei die Laufringe (3, 4, 5) aus einem martensitischen, durchgehärteten Stahl bestehen und folgende Merkmale aufweisen: eine Oberflächenhärte (7, 7a) von ≥ 613 HV (56 HRC) im Bereich der Laufflächen, eine Kernhärte (8) von ≥ 285 HV (28 HRC), eine Differenz (Δ) zwischen Oberflächenhärte und Kernhärte ≥ 150 HV (9HRC), ein Erreichen der Kernhärte in einer Tiefe zwischen 8 % des Wälzkörperdurchmessers und 90 % der Wandstärke im Laufbahngrund unter der Laufbahn, ein Verhältnis des Teilkreisdurchmessers T_k zum Wälzkörperdurchmesser D_w von ≥ 20 .



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Wälzlager in Luftfahrzeugen

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Wälzlager, das in Luftfahrzeugen insbesondere Hub-schraubern eingesetzt wird.

Bei Luftfahrzeugen bestehen besondere Anforderungen bezüglich des Leichtbaus. Aus diesem Grunde müssen auch die Wälzlager, die in diesen Luftfahrzeugen eingesetzt werden, den Anforderungen bezüglich Leichtbau genügen. Bei den gleichzeitig gestiegenen Forderungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Wälzlager hat sich das Problem ergeben, dass übliche durchhärtende Wälzlagerstähle aufgrund der bei den hohen Belastungen möglicherweise auftretenden Rissen so nicht mehr verwendet werden können.

In der DE 8711624 U wird ein Wälzlager für Fluganwendungen gezeigt, das den Forderungen nach Leichtbau genügt, jedoch eine sehr schwer herzustellende Form aufweist. Trotz der aufwendigen Form dieses Wälzlagers bzw. der Wälzlagerringe sind die Anforderungen nach möglichst geringer Rissneigung mit dieser Form nicht gelöst.

Aufgabe der Erfindung

Es besteht also die Aufgabe ein Verfahren für dünnwandige Wälzlagerringe in Fluganwendungen vorzuschlagen, bei dem die Rissgefahr reduziert ist.

Beschreibung der Erfindung

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst.

Der Kern der Erfindung besteht darin, dass die Laufringe des Wälzlagers in der Randschicht gehärtet werden. Durch diese Randschichthärtung ist es möglich, auch bei dünnwandigen Werkstoffen die Rissgefahr deutlich zu reduzieren. Durch die geringere Kernhärte der Laufringe wird eine mögliche Rissbildung, die in den Laufflächen bzw. im Wälzkontakt ihren Ursprung nimmt, an der weiteren Ausbreitung gehindert.

Besonders positive Eigenschaften der erfinderischen Ringe ergeben sich bei einer Oberflächenhärte im Bereich der Laufringe von $> 613 \text{ HV}$ (56 HRC) sowie einer Kernhärte in den dünnwandigen Ringen von $> 285 \text{ HV}$ (28 HRC). Die Kernhärte wird in einer Tiefe zwischen 8% des Wälzkörperdurchmessers und 90% der Wandstärke der Laufbahn im Laufbahngrund erreicht.

In diesem Zusammenhang wird von dünnwandigen Laufringen dann gesprochen, wenn der Teilkreisdurchmesser (T_k) im Verhältnis zum Wälzkörperdurchmesser (D_w) größer gleich 20 ist. ($T_k / D_w \geq 20$).

Kurze Beschreibung der Figuren

Figur 1 zeigt ein einreihiges Rillenkugellager im Schnitt

Figur 2 zeigt ein zweireihiges Schrägkugellager im Schnitt

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

In der Figur 1 wird ein einreihiges Rillenkugellager 1 gezeigt. Der Außenring 3, der Innenring 4 und die Wälzlager 6 sind dargestellt. Der Bereich der Oberflächenhärte 7 von $\geq 613 \text{ HV}$ ist um den Bereich der Laufbahn herum eingezeichnet. Der Bereich der Kernhärte 8 schließt sich an den Bereich der Oberflä-

chenhärte 7 an. Die Lage des Teilkreisdurchmessers T_k sowie der Wälzkörperdurchmesser D_w sind der Zeichnung aufgeführt. Der Teilkreisdurchmesser T_k ist auf den Mittelpunkt zweier gegenüberliegender Kugeln bezogen.

In der Figur 2 ist ein zweireihiges Wälzlager in Form eines zweireihigen Schrägkugellagers dargestellt. Der gemeinsame Außenring 5 umfasst zwei Laufbahnen, in denen die Kugeln 6 abwälzen. Dieses zweireihige Schrägkugellager 2 hat zwei Innenringe 4. Die Lage des Teilkreisdurchmessers T_k und des Wälzkörperdurchmessers D_w sind Analog zur Figur 1 gezeichnet. Der Bereich der Oberflächenhärte von ≥ 613 HV ist im Bereich der Laufbahn sowohl des Innenringes 4 als auch des Außenringes 5 dargestellt. Der zusammenhängende Bereich der Oberflächenhärte von zwei benachbarten Laufbahnen 7a ist dargestellt. Bei Bauteilen mit zwei Laufbahnen gibt es auch die Möglichkeit, den Bereich der Oberflächenhärte 7 getrennt um die Laufbahnen zu legen.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-------|--|
| 1 | einreihiges Wälzlager, Rillenkugellager |
| 2 | zweireihiges Wälzlager, Schrägkugellager |
| 3 | Außenring |
| 4 | Innenring |
| 5 | Außenring zweireihig |
| 6 | Wälzkörper |
| 7 | Bereich der Oberflächenhärte an der Laufbahn |
| 7a | Bereich der Oberflächenhärte für zwei Laufbahnen |
| 8 | Bereich Kernhärte |
| T_k | Teilkreisdurchmesser |
| D_w | Wälzkörperdurchmesser |

Ansprüche

Wälzlager in Luftfahrzeugen

1. Ein- oder mehrreihiges Wälzlager (1, 2) mit dünnwandigen Laufringen (3, 4, 5), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laufringe (3, 4, 5) aus einem martensitischen, durchgehärteten Stahl bestehen und folgende Merkmale aufweisen:
 - eine Oberflächenhärte (7, 7a) von ≥ 613 HV (56 HRC) im Bereich der Lauflächen,
 - eine Kernhärte (8) von ≥ 285 HV (28 HRC),
 - eine Differenz (Δ) zwischen Oberflächenhärte und Kernhärte ≥ 150 HV (9HRC),
 - ein Erreichen der Kernhärte in einer Tiefe zwischen 8 % des Wälzkörperdurchmessers und 90 % der Wandstärke im Laufbahngrund unter der Laufbahn,
 - ein Verhältnis des Teilkreisdurchmessers T_k zum Wälzkörperdurchmesser D_w von ≥ 20 .
2. Wälzlager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Härte bei einer Tiefe von 4 % vom Wälzkörperdurchmesser D_w höchstens 70 HV (4 HRC) niedriger liegt als an der Oberfläche.
3. Wälzkörper nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laufringe (3, 4, 5) aus einem korrosionsbeständigen Stahl bestehen.
4. Wälzlager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laufringe (3, 4, 5) mit Befestigungsflanschen und/oder Versteifungselementen versehen sind.

5. Wälzlager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wälzkörper (6) aus durchgehärtetem, martensitischem Wälzlagerstahl oder aus randschichtgehärtetem Stahl oder aus korrosionsbeständigem Stahl oder aus Keramik bestehen.
6. Wälzlager nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wälzkörper Kugeln sind.
7. Wälzlager nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wälzkörper Rollen sind.

112

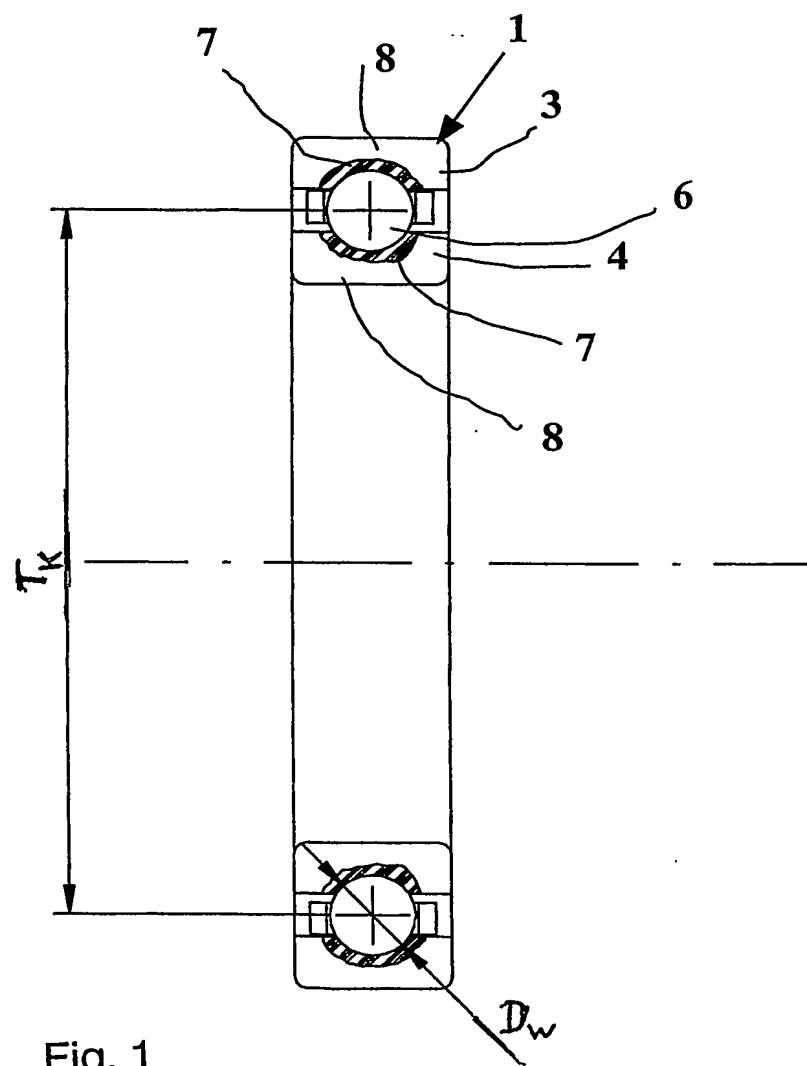
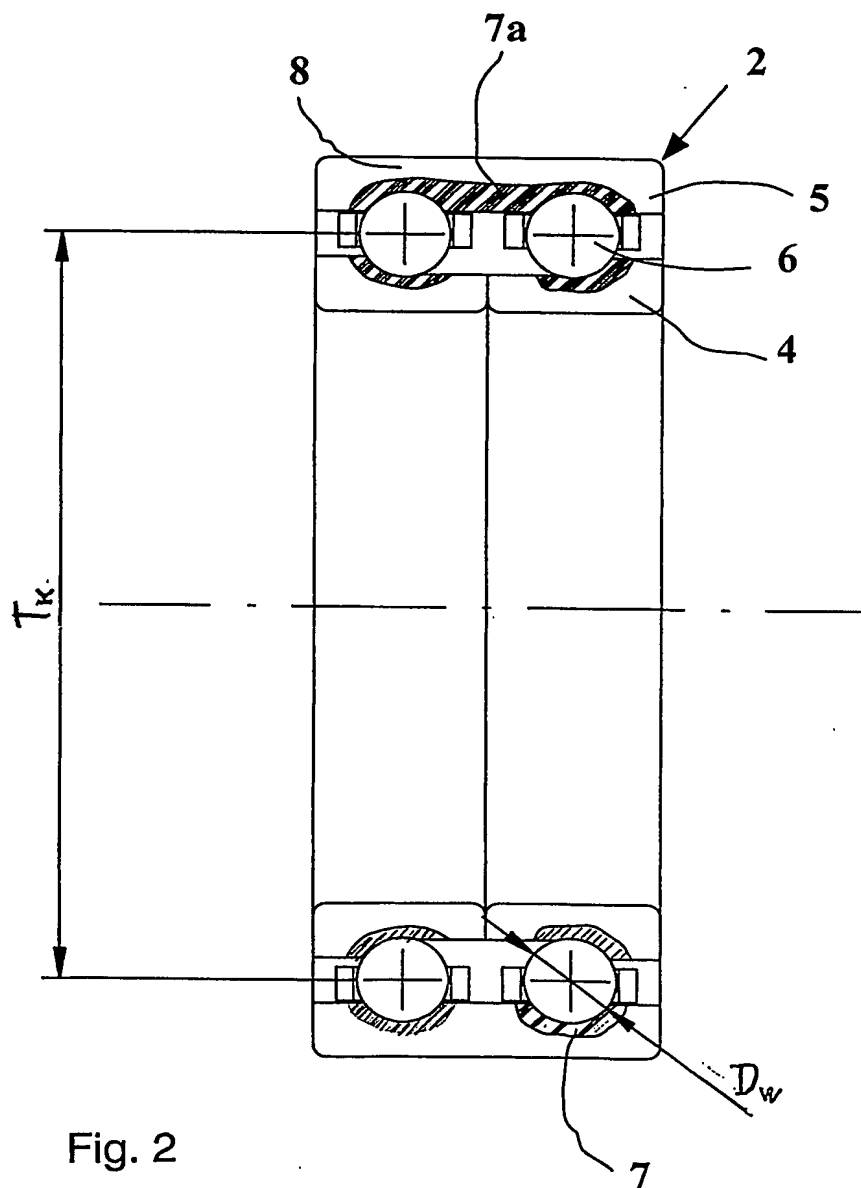


Fig. 1

2/2



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/040026 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C21D 9/40,
F16C 33/62 // 33/61

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003603

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Oktober 2003 (29.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 50 459.8 30. Oktober 2002 (30.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): FAG KUGELFISCHER AG [DE/DE];
Georg-Schäfer-Strasse 30, 97421 Schweinfurt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KREISELMEIER,
Gerhard [DE/DE]; Tannigweg 17, 97456 Dittelbrunn
(DE). SEBALD, Wilhelm [DE/DE]; Bamberger Strasse
8, 97631 Bad Königshofen (DE). EBERT, Franz, Josef
[DE/DE]; Gommersberger Strasse 20, 97762 Hammelburg
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, IN, JP, RU, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

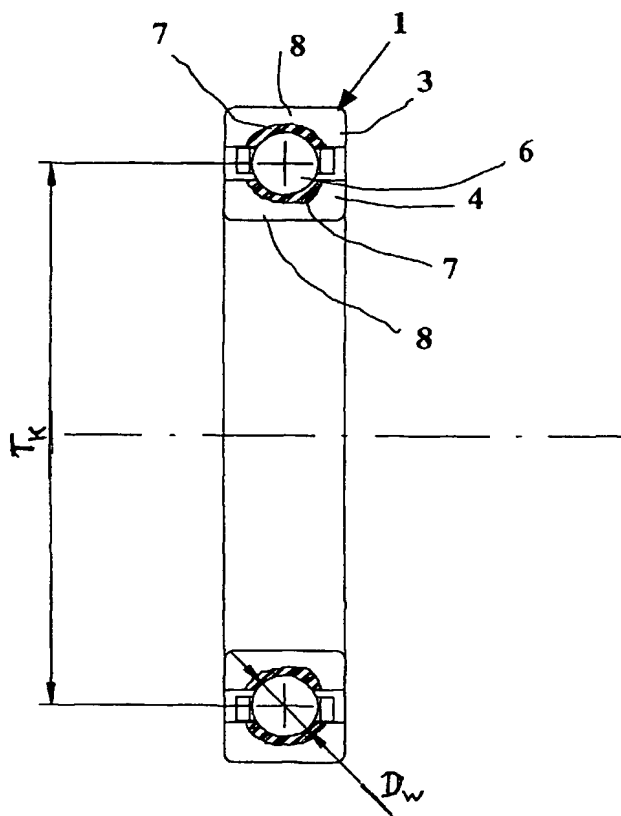
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROLLING BEARING IN AIRCRAFT

(54) Bezeichnung: WÄLZAGER IN LUFTFAHRZEUGEN



(57) Abstract: Disclosed is a single-row or multi-row rolling bearing (1, 2) comprising thin-walled bearing races (3, 4, 5) which are made of a martensitic, fully hardened steel and have the following characteristics: a surface hardness (7, 7a) of = 613 HV (56 HRC) in the area of the bearing face; a core hardness (8) of = 285 HV (28 HRC); a difference (?) of = 150 HV (9HRC) between the surface hardness and the core hardness; the core hardness is reached at a depth ranging between 8 percent of the diameter of the rolling elements and 90 percent of the wall thickness on the bottom of the track; and a ratio of = 20 between the diameter of a partial circle T_k and the diameter of a rolling element $D_{<SB>W</SB>}$.

(57) Zusammenfassung: Ein- oder mehrreihiges Wälzlager (1, 2) mit dünnwandigen Lauf ringen (3, 4, 5), wobei die Laufringe (3, 4, 5) aus einem martensitischen, durchgehärteten Stahl bestehen und folgende Merkmale aufweisen: eine Oberflächenhärte (7, 7a) von ≥ 613 HV (56 HRC) im Bereich der Laufflächen, eine Kernhärte (8) von ≥ 285 HV (28 HRC), eine Differenz (Δ) zwischen Oberflächenhärte und Kernhärte ≥ 150 HV (9HRC), ein Erreichen der Kernhärte in einer Tiefe zwischen 8 % des Wälzkörperdurchmessers und 90 % der Wandstärke im Laufbahngrund unter der Laufbahn, ein Verhältnis des Teilkreisdurchmessers T_k zum Wälzkörperdurchmesser D_w von ≥ 20 .



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts:

23. September 2004

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03603

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C21D9/40 F16C33/62
//F16C33/61

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C21D F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 87 11 624 U (FAG KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER) 8 October 1987 (1987-10-08) cited in the application	
A	US 5 507 580 A (THE TORRINGTON COMPANY) 16 April 1996 (1996-04-16)	
A	GB 1 055 085 A (KUGELKFISCHER GEORG SCHÄFER) 11 January 1967 (1967-01-11)	
A	EP 1 167 791 A (NSK LTD SHINAGAWA-KU TOKYO) 2 January 2002 (2002-01-02)	
A	JP 02 168022 A (TOYOTA MOTOR CORP) 28 June 1990 (1990-06-28)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 July 2004

Date of mailing of the international search report

05/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chebeleu, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03603

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 8711624	U	08-10-1987	DE 8711624 U1	08-10-1987
			FR 2619877 A1	03-03-1989
			GB 2209057 A , B	26-04-1989
			IT 1226854 B	19-02-1991
			US 4797014 A	10-01-1989
US 5507580	A	16-04-1996	CA 2152990 A1	17-06-1996
			DE 19546583 A1	20-06-1996
			GB 2296051 A , B	19-06-1996
GB 1055085	A	11-01-1967	DE 1292696 B	17-04-1969
			CH 472500 A	15-05-1969
			SE 309790 B	08-04-1969
			US 3477884 A	11-11-1969
EP 1167791	A	02-01-2002	JP 2002004003 A	09-01-2002
			EP 1167791 A2	02-01-2002
			US 2002040743 A1	11-04-2002
JP 2168022	A	28-06-1990	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

P 03/03603

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C21D9/40 F16C33/62
//F16C33/61

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C21D F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 87 11 624 U (FAG KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER) 8. Oktober 1987 (1987-10-08) in der Anmeldung erwähnt	
A	US 5 507 580 A (THE TORRINGTON COMPANY) 16. April 1996 (1996-04-16)	
A	GB 1 055 085 A (KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER) 11. Januar 1967 (1967-01-11)	
A	EP 1 167 791 A (NSK LTD SHINAGAWA-KU TOKYO) 2. Januar 2002 (2002-01-02)	
A	JP 02 168022 A (TOYOTA MOTOR CORP) 28. Juni 1990 (1990-06-28)	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

27. Juli 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/08/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chebeleu, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

DE 03/03603

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 8711624 U	08-10-1987	DE 8711624 U1 FR 2619877 A1 GB 2209057 A ,B IT 1226854 B US 4797014 A	08-10-1987 03-03-1989 26-04-1989 19-02-1991 10-01-1989
US 5507580 A	16-04-1996	CA 2152990 A1 DE 19546583 A1 GB 2296051 A ,B	17-06-1996 20-06-1996 19-06-1996
GB 1055085 A	11-01-1967	DE 1292696 B CH 472500 A SE 309790 B US 3477884 A	17-04-1969 15-05-1969 08-04-1969 11-11-1969
EP 1167791 A	02-01-2002	JP 2002004003 A EP 1167791 A2 US 2002040743 A1	09-01-2002 02-01-2002 11-04-2002
JP 2168022 A	28-06-1990	KEINE	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.